

ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برخی اینبردلاین ها و لاین های بازگردان باروری آفتابگردان  
General and Specific Combining Ability of some Sunflower Inbred Lines  
and Restorers

عباس رضائی زاد<sup>۱</sup> و ابراهیم فرخی<sup>۲</sup>

۱- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

۲- مربی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۵/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۱۲/۱۶

چکیده

رضائی زاد، ع، و فرخی، ا. ۱۳۸۷. ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برخی اینبردلاین ها و لاین های بازگردان باروری آفتابگردان. نهال و بذر ۲۴:

۸۳-۹۸

به منظور تهیه دورگ های جدید و ارزیابی ترکیب پذیری عمومی و خصوصی برخی از اینبرد لاین ها و لاین های بازگردان باروری آفتابگردان، چهار اینبرد لاین و شش لاین بازگردان باروری آفتابگردان برای دورگ گیری در سال ۱۳۸۳ انتخاب شدند. تعداد ۲۴ دورگ F1 حاصل در سال ۱۳۸۴ به همراه دورگ آذرگل به عنوان شاهد در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمارهای مورد بررسی برای کلیه صفات به استثنای عملکرد دانه دارای اختلاف معنی دار بودند. دورگ های AHa107F81-240×RHa107F81-127/2، آذرگل و AHa107F81-30×RHa107F81-127/2 به ترتیب با ۴۴۷۱، ۴۲۷۴ و ۴۱۳۱ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. تجزیه واریانس ترکیب پذیری به روش طرح تالقی II کامستاک و رایبسون نشان داد که ترکیب پذیری عمومی اینبرد لاین ها و لاین های بازگردان باروری برای صفت عملکرد دانه معنی دار نبود. با این حال از بین لاین های بازگردان باروری، RHa107F81-127/2 و از بین اینبرد لاین ها، AHa107F81-120 دارای بیشترین ترکیب پذیری عمومی بودند. نتایج نشان داد برای اکثر صفات نقش والد پذیری یا لاین های بازگردان باروری از اهمیت ویژه ای برخوردار است و از بین مواد آزمایشی حاضر لاین بازگردان باروری RHa107F81-127/2 ظرفیت لازم برای استفاده در برنامه های اصلاحی را دارد.

واژه های کلیدی: آفتابگردان، ترکیب پذیری عمومی، ترکیب پذیری خصوصی، دورگ گیری.

## مقدمه

آفتابگردان یک گیاه دگرگشن است که ارقام آزادگرده افشان (O.P.) آن به دلیل دگرگشتی به تدریج ساختار ژنتیکی خود را از دست می دهند بنابراین توجه محققان به تولید ارقام دورگ برای این محصول معطوف گشته است. اصلاح ارقام دورگ پر محصول و پر روغن آفتابگردان که علاوه بر یکنواختی در رسیدن، به بیماری ها نیز مقاوم باشند سبب افزایش تولید آن در واحد سطح می شود (Aliari, 2000).

اصلاح اینبرد لاین ها ابتدا در سال ۱۹۲۰ در شوروی سابق آغاز شد. اگرچه در آن زمان نیز هتروزیس در دورگ های آفتابگردان مشاهده شد ولی به دلیل فقدان یک سیستم نر عقیمی مناسب، تولید دورگ های تجاری با مشکل مواجه بود (Sindagi and Virupakshappa, 1990). یک نقطه عطف در تولید دورگ های آفتابگردان کشف سیستم نر عقیمی و همچنین یافتن ژن های رجعت دهنده باروری در تیپ های وحشی و ارقام بومی اولیه (Obsolete) بود (Sindagi and Virupakshappa, 1990; Fehr, 1987). معمولاً در تولید ارقام دورگ چهار مرحله وجود دارد:

۱- اصلاح و تولید اینبرد لاین ها که معمول ترین روش آن انتخاب تک گیاهان از جمعیت های پایه (ارقام آزاد گرده افشان، ذخایر ژنی یا تلاقی های طراحی شده) است.

۲- ارزیابی اینبرد لاین ها برای توانایی ترکیب پذیری که از طریق تاپ کراس و یا روش های دیگر انجام می شود.

۳- تبدیل اینبرد لاین ها به لاین های نر عقیم و رجعت دهنده باروری که از طریق بک کراس انجام می شود.

۴- تولید دورگ ها که از تلاقی لاین های نر عقیم با لاین های رجعت دهنده باروری (رستور) انجام می شود.

پایه های مادری در این گونه تلاقی ها به دنبال چند نسل خودگشتی پسروی اجباری نشان می دهند (Fick, 1987). برای حل این مشکل تولید دورگ های تریوی کراس که در آن بذر از پایه های قوی سینگل کراس به دست می آید مورد توجه قرار گرفته است (Sindagi and Virupakshappa, 1990).

اولین دورگ های ایرانی با نام های مهر و شفق در سال ۱۳۶۶ معرفی شدند (Arshi and Jafari, 1990) و در سال ۱۳۷۳ سه دورگ جدید CMS31×R28، CMS19×R43 و CMS31×R43 با نام های گلشید، آذر گل و گل دیس معرفی شدند (Arshi et al., 1994; Fallahtoosi, 1994).

هالور و میراندا (Halluer and Miranda, 1988) ترکیب پذیری عمومی را به عنوان شاخص ژن های با اثر افزایشی و قابلیت ترکیب پذیری خصوصی را نشان دهنده اثر غیر افزایشی عنوان کردند. لورتی و گاتو

متعلق به عملکرد روغن، وزن هزار دانه، قطر طبق و درصد روغن دانه بود. به جز درصد روغن دانه بقیه صفات اندازه‌گیری شده کمتر تحت تاثیر محیط قرار گرفتند که نشانه همبستگی نزدیک بین کواریانس ژنتیکی و فنوتیپی است. در این آزمایش وراثت‌پذیری بالا به همراه با پیشرفت ژنتیکی برای صفات ارتفاع بوته، درصد خودگشنی، درصد تشکیل بذر و عملکرد مشاهده شد در حالی که وراثت‌پذیری بالا به همراه پیشرفت ژنتیکی پایین برای صفات تعداد برگ در بوته، قطر طبق، قطر ساقه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، وزن هزار دانه و عملکرد روغن مشاهده شد که نشان می‌دهد این صفات نمی‌توانند به طور موثری توسط انتخاب توسعه یابند. (Khan, 2001)

وراثت‌پذیری و برخی صفات کمی را در آفتابگردان مورد مطالعه قرار داد و طیف گسترده‌ای را برای وراثت‌پذیری از ۵/۵۸- درصد برای صفت تعداد بذر در طبق تا ۹۸/۷۲ درصد برای صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی گزارش داد. در این آزمایش وزن صد دانه، تاریخ گلدهی کامل، رسیدگی و درصد روغن دانه دارای برآوردهای وراثت‌پذیری بالایی بودند. راجانا و همکاران (Rajanna *et al.*, 2001) هتروزیس را در تاپ کراس‌های آفتابگردان مورد مطالعه قرار داده و بیان داشتند که تنوع CMS‌ها در برنامه‌های اصلاحی هتروزیس می‌تواند مفید واقع شود. اسکوریچ و همکاران

(Laurti and Gatto, 1999) ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ۲۴۵ تست کراس را مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش دادند که برآوردهای ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های بازگردان باروری (GCA) اغلب بیشتر از لاین‌های عقیم (CMS) است و این موضوع نشان می‌دهد که انتخاب بر اساس لاین‌های بازگردان باروری نسبت به CMS‌ها می‌تواند بیشتر موثر باشد، از طرفی میزان GCA همیشه کمتر از SCA بود. سانچز و همکاران (Sanchez *et al.*, 1999) وراثت‌پذیری و واریانس ژنتیکی صفات مختلف آفتابگردان را مورد ارزیابی قرار داده و گزارش کردند که واریانس افزایشی برای صفات موثر بر طول دوره زایشی، وزن خشک ساقه، وزن خشک کل و وزن طبق بیشتر از واریانس غالبیت بود، در حالی که برای صفات تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا انتهای گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن خشک برگ و عملکرد دانه واریانس غالبیت از اهمیت بیشتری برخوردار بود. پوت (Putt, 1966) و میلر (Miller, 1987) ترکیب‌پذیری عمومی درصد روغن را بیشتر از ترکیب‌پذیری خصوصی برآورد کرده و اعلام داشتند اثر افزایشی ژن بیشتر از اثر غیر افزایشی در کنترل درصد روغن اهمیت دارد. سوجاتا و همکاران (Sujatha *et al.*, 2002) در آزمایشی واریانس ژنتیکی را در لاین‌های اینبرد آفتابگردان بررسی کردند و بیان داشتند که بیشترین واریانس

و شش لاین بازگردان باروری هر کدام در سه خط سه متری و در دو تاریخ مختلف کاشته شدند. فاصله خطوط کشت ۶۰ سانتی متر و فاصله بوته‌ها بر روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی متر بود. قبل از شروع گل‌دهی تعدادی از بوته‌های لاین‌های نر عقیم و همچنین تعدادی از لاین‌های بازگردان باروری برای جمع‌آوری گرده با کیسه لملل پوشانیده شدند. در مرحله گل‌دهی هر لاین بازگردان باروری با سه بوته از هر لاین نر عقیم تلاقی داده شدند. تلاقی‌ها برای هر بوته سه بار و به صورت یک روز در میان انجام شد و در نهایت تعداد ۲۴ ترکیب هیبرید F1 تولید شد. ارزیابی ترکیب‌پذیری اینبرد لاین‌ها با کاشت ۲۴ هیبرید F1 حاصل در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۴ انجام شد. کاشت به صورت جوی و پشته و هر کرت مشتمل بر سه خط به طول ۵/۵ متر و با فواصل خطوط ۶۰ سانتی متر و فاصله بوته ۲۵ سانتی متر روی خطوط بود. در طی آزمایش عملیات معمول زراعی شامل تنک کردن، وجین و سله‌شکنی و مبارزه با آفات انجام شد. در این آزمایش از خصوصیات مهم زراعی شامل عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد روز تا گل‌دهی، طول مدت گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته و قطر طبق بر اساس دستورالعمل اشنایتر و میلر (Schneiter and Miller, 1981) یادداشت‌برداری به عمل آمد. برداشت از خط وسط هر کرت با حذف یک بوته از ابتدا و

(Skoric et al., 2000) برای عملکرد دانه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌داری را مشاهده کردند و نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی را کمتر از یک برآورد کردند. بجاج و همکاران (Bajaj et al., 1997) با استفاده از یک طرح تجزیه لاین × تستر اثر ژنی غیر افزایشی را مهم‌تر از اثر ژنی افزایشی تشخیص دادند.

در تحقیق حاضر سعی شده است ضمن بررسی اینبردلاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری جدید، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی این مواد آزمایشی برای صفات زراعی مهم در آفتابگردان برآورد شود.

#### مواد و روش‌ها

برای اجرای آزمایش در سال ۱۳۸۳ قطعه زمینی کاملاً یکنواخت انتخاب شد و عملیات زراعی مناسب شامل شخم، دیسک و مال‌ه برای تسطیح زمین انجام شد. کود شیمیایی مورد نیاز بر اساس آزمون خاک مصرف شد. به منظور تهیه دورگ‌های جدید و ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برخی از اینبرد لاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری آفتابگردان تعداد چهار اینبردلاین و شش لاین بازگردان باروری آفتابگردان (از مواد اصلاحی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج) برای دورگ‌گیری انتخاب شدند. تلاقی‌ها به روش ذیل انجام شد: در سال اول آزمایش تعداد چهار اینبرد لاین

RHa107F81-161/2 و RHa107F81-127/2  
بودند.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده نشان داد ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات به استثنای عملکرد دانه دارای اختلاف معنی‌دار بودند. از نظر عملکرد دانه دورگ‌های AHa107F81-240×RHa107F81-127/2 آذرگل و AHa107F81-30×RHa107F81-127/2 به ترتیب با ۴۴۷۱، ۴۲۷۴ و ۴۱۳۱ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند (جدول ۱). میانگین مربعات ترکیب‌پذیری به دست آمده به روش طرح تلاقی II کامستاک و راینسون در جدول ۲ درج شده است. ترکیب‌پذیری عمومی اینبرد لاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری برای صفت عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). با این حال از بین لاین‌های بازگردان باروری، RHa107F81-127/2 و از بین اینبردلاین‌ها، AHa107F81-240، دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی بودند (جدول ۴). دورگ‌های AHa107F81-248× RHa107F81-34/1 و AHa107F81-30× RHa107F81-161/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی بودند (جدول ۵). در تحقیقات مختلف، برای عملکرد دانه گاهی اثر افزایشی ژن

انتهای هر کرت انجام شد. درصد روغن دانه بر اساس روش تشدید مغناطیسی هسته‌ای (Nuclear Magnetic Resonance) اندازه‌گیری شد.

برای مطالعه ترکیب‌پذیری عمومی دورگ‌های حاصل از تلاقی لاین‌های بازگردان باروری و اینبرد لاین‌ها داده‌ها به صورت طرح تلاقی فاکتوریل یا طرح II کامستاک و راینسون (Comstock and Robinson, 1948) تجزیه شد و مجموع مربعات دورگ‌ها به اجزای اثر ماده‌ها، نرها و اثر متقابل ماده‌ها و نرها تقسیم شد. اثر ماده‌ها و نرها معادل ترکیب‌پذیری عمومی و اثر متقابل ماده‌ها و نرها معادل ترکیب‌پذیری خصوصی است.

برآورد اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های بازگردان باروری، اینبردلاین‌ها، ترکیب‌پذیری عمومی نسبی و ترکیب‌پذیری خصوصی به ترتیب با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$GCA_i = X_i - \bar{x}..$$

$$GCA_j = X_j - \bar{x}..$$

$$G\hat{C}A = \frac{GCA}{\bar{x}..} \times 100$$

$$SCA_{ij} = X_{ij} - GCA_i - GCA_j - \bar{x}..$$

اینبرد لاین‌های استفاده شده در این مطالعه AHa107F81-180، AHa107F81-30، AHa107F81-240، AHa107F81-248 و AHa107F81-161/2 لاین‌های بازگردان باروری RHa107F81-80/1، RHa107F81-1/2، RHa107F81-34/1، RHa107F81-22/2

گزارش داد در حالی که پوت (Putt, 1966)، اورتگون و همکاران (Ortegon *et al.*, 1992) و هیتی (Hity, 1992) هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی را در کنترل میزان روغن موثر دانسته‌اند. با توجه به نقش تعیین کننده اثر افزایشی در کنترل درصد روغن دانه پیدا کردن لاین‌هایی که دارای ترکیب‌پذیری عمومی بالایی برای درصد روغن دانه باشند می‌تواند در تهیه دورگ‌های با درصد روغن بالا مفید موثر باشد. در مورد صفت ارتفاع بوته، ترکیب‌پذیری لاین‌های بازگردان باروری دارای اثر معنی‌داری بود. از بین لاین‌های بازگردان RHa107F81-127/2 بیشترین ترکیب‌پذیری منفی (۱۳/۵۵-) بود در حالی که در بین اینبرد لاین‌ها AHa107F81-248 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی (۴/۶۴-) را داشت. دورگ AHa107F81-248 × RHa107F81-161/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی (۸/۶۱-) بود. نتایج فرخی (۲۰۰۳) و زائوچنگ و همکاران (Zaocheng *et al.*, 1987) نشان‌دهنده اثر معنی‌دار لاین‌های بازگردان باروری بر روی صفت ارتفاع بوته است. قابل توجه است که یکی از صفات اصلاحی در آفتابگردان پاکوتاهی است. لاین بازگردان باروری RHa107F81-127/2 با بیشترین ترکیب‌پذیری منفی برای ارتفاع بوته دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی برای عملکرد دانه بود و این موضوع نشان می‌دهد که این لاین بازگردان باروری ظرفیت لازم برای استفاده در برنامه‌های

(Skoric *et al.*, 2000) و گاهی اثر ژنی غیرافزایشی (Bajaj *et al.*, 1997) گزارش شده است. برخی محققین از جمله پوت (Putt, 1966)، میخالشویچ (Mihaljevic, 1988)، تیاگی (Tyagi, 1988) و کستلوت و همکاران (Kestlout, *e tal.*, 1985) اثرهای دوگانه افزایشی و غیر افزایشی را برای عملکرد دانه گزارش داده‌اند. نتایج ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی نشان می‌دهد که لاین‌هایی که دارای ترکیب‌پذیری عمومی بالایی هستند لزوماً منتج به تولید یک دورگ با عملکرد بالایی نمی‌شوند. برای صفت با اهمیت درصد روغن دانه ترکیب‌پذیری عمومی برای لاین‌های بازگردان باروری و اینبردلاین‌ها معنی‌دار بود. لاین بازگردان RHa107F81-22/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی و RHa107F81-1/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی بود. در بین اینبردلاین‌ها تنها AHa107F81-248 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴). ترکیب‌پذیری خصوصی در بین مواد آزمایشی حاضر از نظر این صفت کمتر بود. دورگ‌های AHa107F81-248 × RHa107F81-161/2 و AHa107F81-248 × RHa107F81-22/2 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت بودند (جدول ۵). فرخی (Farrokhi, 2003) نیز اثر افزایشی را برای درصد روغن دانه

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات مختلف زراعی آفتابگردان

Table1. Analysis of variance for different agronomic traits of sunflower.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Means of Square									
		تعداد روز تا شعله‌دهی Days to budding	تعداد روز تا شروع گلدهی Days to initial flowering	تعداد روز تا گلدهی کامل Days to complete flowering	تعداد روز تا پایان گلدهی Days to end of flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Height (cm)	قطر طبق Diameter of head (cm)	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	عملکرد دانه Yield (kg ha <sup>-1</sup> )	درصد روغن دانه Seed oil content (%)
تکرار replication	2	15.45 **	12.97 **	7.24 *	5.05 *	10.36 <sup>ns</sup>	4.34 <sup>ns</sup>	1.80 <sup>ns</sup>	11.20**	4891162 **	12.99 <sup>ns</sup>
تیمار Treatment	24	9.57 **	4.46 **	5.52 **	4.05 **	12.13 **	258.70 **	2.60 **	8.87**	497667 <sup>ns</sup>	28.00 *
اشتباه Error	48	1.92	1.39	2.14	1.02	4.30	73.10	0.97	1.85	313324	15.63
ضریب تغییرات CV (%)		2.3	1.84	1.12	1.35	1.94	5.2	6.8	7.121	14.66	8.08

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

ns , \* and \*\* : Not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

جدول ۲ - تجزیه واریانس ترکیب پذیری برای صفات مختلف زراعی لاین های نر عقیم، بازگرداندن باروری و تلاقی های آن ها در آفتابگردان  
 Table 2. Variance analysis of combining ability for different agronomic traits in CMS lines restorer lines and their hybrids in sunflower.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Means of Square										
		وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	قطر طبق Diameter of head (cm)	ارتفاع بوته Height (cm)	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	تعداد روز تا پایان گلدهی Days to end of flowering	تعداد روز تا گلدهی کامل Days to complete flowering	تعداد روز تا شروع گلدهی Days to initial flowering	تعداد روز تا غنچه دهی Days to budding	عملکرد دانه Yield (kg/ha <sup>-1</sup> )	درصد روغن دانه Seed oil content (%)	
Replication	تکرار	2	16.09 **	13.51 **	6.50 ns	5.93 **	0.18 ns	5.8 ns	1.93 ns	121.77 **	4849185 **	6.16 ns
Restorers(R)	لاین های بازگردان باروری	5	19.79 **	11.81 **	16.49 **	9.01 **	15.25 **	858.5 **	4.27 **	245.42 **	643314 ns	48.22 **
CMS	لاین های نر عقیمی	3	20.11 **	2.64 ns	3.24 ns	5.42 **	11.87 *	181.7 ns	7.85 **	86.77 **	628172 ns	16.42 **
CMS×R	اثر متقابل	15	4.39 **	2.48 ns	1.76 ns	1.51 ns	3.45 ns	87.9 ns	1.12 ns	56.28 **	412692 ns	3.04 ns
Error	اشتباه	46	1.98	1.43	2.23	0.99	4.46	76.1	1.01	21.44	315999	2.62
CV (%)	ضریب تغییرات		2.36	1.87	2.17	1.33	1.99	5.32	6.92	7.29	14.8	3.35

ns, \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively



جدول ۳- میانگین صفات زراعی مهم در تلاقی‌های حاصل از ترکیب لاین‌های نر عقیم و بازگردان باروری آفتابگردان  
 Table 3. Mean of different agronomic traits in hybrids of CMS inbred lines and restore lines of sunflower

تلاقی‌ها Crosses (CMS×R)	عملکرد دانه Yield (kg/ha)	تعداد روز تا خیزندگی Days to budding	تعداد روز تا شروع گلدهی Days to initial flowering	تعداد روز تا گلدهی کامل Days to complete flowering	تعداد روز تا پایان گلدهی Days to end of flowering	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Height (cm)	قطر طبق Diameter of head (cm)	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	درصد روغن دانه Seed oil content (%)
AHa107F81-30× RHa107F81-1/2	3889	57.00	63.67	68.00	73.67	104.7	15.75	15.75	65.00	46.7
AHa107F81-180× RHa107F81-1/2	4085	58.33	62.33	67.67	73.67	106.3	15.22	15.22	68.47	44.7
AHa107F81-240× RHa107F81-1/2	3820	60.33	64.67	68.67	75.00	106.7	15.75	15.75	65.30	46.8
AHa107F81-248× RHa107F81-1/2	3848	59.33	64.00	68.67	75.00	107.0	14.85	14.85	70.90	44.9
AHa107F81-30× RHa107F81-80/1	3816	58.00	63.67	67.67	73.67	106.7	14.42	14.42	65.33	47.5
AHa107F81-180× RHa107F81-80/1	4094	56.67	61.33	66.00	72.33	106.3	13.82	13.82	72.33	45.2
AHa107F81-240× RHa107F81-80/1	3932	61.00	64.33	68.33	73.67	105.7	14.07	14.07	63.80	48.6
AHa107F81-248× RHa107F81-80/1	3548	56.33	62.33	68.00	74.33	104.7	13.23	13.23	67.57	48.4
AHa107F81-30× RHa107F81-22/2	3854	61.00	64.67	72.67	75.33	103.3	15.67	15.67	57.53	50.7
AHa107F81-180× RHa107F81-22/2	3910	61.67	66.33	70.33	76.00	107.0	13.55	13.55	58.33	50.9
AHa107F81-240× RHa107F81-22/2	3584	62.33	65.00	69.67	75.33	108.0	13.96	13.96	58.67	51.8
AHa107F81-248× RHa107F81-22/2	3613	62.00	66.33	71.00	77.33	104.3	12.67	12.67	56.00	53.4
AHa107F81-30× RHa107F81-34/1	3538	60.33	65.33	68.67	75.33	107.0	14.23	14.23	54.47	48.2
AHa107F81-180× RHa107F81-34/1	3605	60.33	63.00	68.00	74.67	109.7	16.21	16.21	63.87	47.5
AHa107F81-240× RHa107F81-34/1	4030	59.67	63.67	68.00	74.33	107.7	14.41	14.41	65.77	47.8
AHa107F81-248× RHa107F81-34/1	4070	59.00	63.67	68.67	75.00	107.3	13.67	13.67	70.10	47.0
AHa107F81-30× RHa107F81-127/2	4131	57.00	63.00	68.00	74.33	104.3	15.75	15.75	64.57	49.5
AHa107F81-180× RHa107F81-127/2	3917	59.67	63.33	69.00	76.00	106.0	15.08	15.08	66.33	47.4
AHa107F81-240× RHa107F81-127/2	4471	62.67	62.67	68.33	74.33	104.0	15.08	15.08	65.43	50.9
AHa107F81-248× RHa107F81-127/2	3827	60.00	64.00	69.00	75.33	103.3	14.07	14.07	72.00	49.1
AHa107F81-30× RHa107F81-161/2	3957	59.33	64.67	68.67	75.33	106.0	14.83	14.83	58.10	47.6
AHa107F81-180× RHa107F81-161/2	3792	59.00	64.33	68.67	75.00	106.3	14.83	14.83	66.47	45.8
AHa107F81-240× RHa107F81-161/2	3605	61.33	64.67	69.00	74.33	106.7	14.42	14.42	58.67	48.5
AHa107F81-248× RHa107F81-161/2	2207	61.00	65.33	70.33	77.00	105.3	13.00	13.00	50.00	49.9
Check(Azargol)	4274	61.00	65.00	71.00	77.00	112.7	15.10	15.10	67.13	53.9

جدول ۴- ترکیب پذیری عمومی و ترکیب پذیری عمومی نسبی لاین های بازگردان باروری و اینبرد لاین های نر عقیم آفتبگردان

Table 4. General combining ability and partial general combining ability of restorers and CMS inbred lines of sunflower

Restorer	عملکرد دانه Yield (kg ha <sup>-1</sup> )			تعداد روز تا غنچه دهی Days to budding			تعداد روز تا شروع گلدهی Days to initial flowering			تعداد روز تا گلدهی کامل Days to complete flowering		
	Mean	GCA	RGCA	Mean	GCA	RGCA	Mean	GCA	RGCA	Mean	GCA	RGCA
RHa107F81-1/2	3910.7	113.00 ns	2.98	58.75	-0.97 ns	-1.62	63.67	-0.35 ns	-0.55	68.25	-0.54 ns	-0.79
RHa107F81-80/1	3847.4	49.75 ns	1.31	58.00	-1.72 **	-2.88	62.92	-1.10 **	-1.72	67.50	-1.29 **	-1.87
RHa107F81-22/2	3740.3	-57.33 ns	-1.51	61.75	2.03 **	3.40	65.58	1.57 **	2.45	70.92	2.13 **	3.05
RHa107F81-34/1	3810.7	13.08 ns	0.34	59.83	0.11 ns	0.18	63.92	-0.10 ns	-0.16	68.33	-0.46 ns	-0.67
RHa107F81-127/2	4086.5	288.83 ns	7.61	59.83	0.11 ns	0.18	63.25	-0.76 *	-1.19	68.58	-0.21 ns	-0.30
RHa107F81-161/2	3390.3	-407.33 ns	-10.73	60.17	0.45 ns	0.75	64.75	0.74 *	1.16	69.17	0.38 ns	0.5
S.E. <sub>gi</sub>		162.27			0.41			0.345			0.43	
Inbred												
AHa107F81-30	3864.11	66.44 ns	1.75	58.78	-0.94 *	-1.57	64.17	0.15 ns	0.23	68.94	0.15 ns	0.22
AHa107F81-180	3900.61	102.94 ns	2.71	59.28	-0.44 ns	-0.74	63.44	-0.57 *	-0.89	68.28	-0.51 ns	-0.74
AHa107F81-240	3907.06	109.39 ns	2.88	61.22	1.50 ns	2.51	64.17	0.15 ns	0.23	68.67	-0.12 ns	-0.174
AHa107F81-248	3518.89	-278.78 *	-7.34	59.61	-0.11 ns	-0.18	64.278	0.26 ns	0.41	69.28	0.49 ns	0.71
S.E. <sub>gi</sub>		132.49			0.33			0.282			0.352	

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

GCA: ترکیب پذیری عمومی، RGCA: ترکیب پذیری عمومی نسبی، S.E.<sub>gi</sub>: خطای استاندارد ترکیب پذیری عمومی

GCA: General Combining Ability, RGCA: Ratio General Combining Ability, S.E.<sub>gi</sub>: Standard Error of general combining ability

Table 4. Continued

ادامه جدول ۴-

Restorer	تعداد روز تا پایان گلدهی			تعداد روز تا رسیدگی			ارتفاع بوته			قطر طبق		
	Days to end of flowering			Days to maturity			Height (cm)			Diameter of head (cm)		
	Mean	GCA	RGCA	Mean	GCA	RGCA	Mean	GCA	RGCA	Mean	GCA	RGCA
RHa107F81-1/2	74.33	-0.52 <sup>ns</sup>	-0.69	106.2	0.16 <sup>ns</sup>	0.15	171.13	7.16 <sup>**</sup>	4.37	15.39	0.869 <sup>**</sup>	5.98
RHa107F81-80/1	73.50	-1.35 <sup>**</sup>	-1.80	105.8	-0.18 <sup>ns</sup>	-0.17	161.04	-2.93 <sup>ns</sup>	-1.79	13.88	-0.641 <sup>**</sup>	-4.41
RHa107F81-22/2	76.00	1.15 <sup>**</sup>	1.54	105.7	-0.34 <sup>ns</sup>	-0.32	174.53	10.56 <sup>**</sup>	6.44	13.96	-0.561 <sup>**</sup>	-3.86
RHa107F81-34/1	74.83	-0.02 <sup>ns</sup>	-0.03	107.9	1.91 <sup>**</sup>	1.80	162.35	-1.62 <sup>ns</sup>	-0.99	14.63	0.109 <sup>ns</sup>	0.75
RHa107F81-127/2	75.00	0.15 <sup>ns</sup>	0.20	104.4	-1.59 <sup>*</sup>	-1.50	150.43	-13.55 <sup>**</sup>	-8.26	15.00	0.479 <sup>**</sup>	3.30
RHa107F81-161/2	75.42	0.57 <sup>ns</sup>	0.76	106.1	0.07 <sup>ns</sup>	0.07	164.34	0.37 <sup>ns</sup>	0.23	14.27	-0.251 <sup>*</sup>	-1.73
S.E. <sub>gi</sub>		0.287			0.61			2.52			0.094	
Inbred												
AHa107F81-30	74.61	-0.24 <sup>ns</sup>	-0.32	105.33	-0.68 <sup>ns</sup>	-0.64	164.76	0.79 <sup>ns</sup>	0.48	15.11	0.598 <sup>*</sup>	4.06
AHa107F81-180	74.61	-0.24 <sup>ns</sup>	-0.32	106.94	0.93 <sup>ns</sup>	0.88	166.48	2.51 <sup>ns</sup>	1.53	14.79	0.27 <sup>ns</sup>	1.86
AHa107F81-240	74.50	-0.35 <sup>ns</sup>	-0.47	106.44	0.43 <sup>ns</sup>	0.41	165.31	1.34 <sup>ns</sup>	0.82	14.62	0.1 <sup>ns</sup>	0.69
AHa107F81-248	75.67	0.82 <sup>**</sup>	1.10	105.33	-0.68 <sup>ns</sup>	-0.64	159.33	-4.64 <sup>*</sup>	-2.83	13.58	-0.94	-6.47
S.E. <sub>gi</sub>		0.23			0.497			2.06			0.24	

ns, \* and \*\* : Not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

GCA : ترکیب پذیری عمومی ، RGCA : ترکیب پذیری عمومی نسبی ، S.E.<sub>gi</sub> : خطای استاندارد ترکیب پذیری عمومی

GCA : General Combining Ability, RGCA: Ratio General Combining Ability , S.E.<sub>gi</sub> : Standard Error of general combining ability

Table 4. Continued

ادامه جدول ۴-

Restorer	وزن هزار دانه			درصد روغن دانه		
	1000 seeds weight (g)			Seed oil content (%)		
	Mean	GCA	RGCA	Mean	GCA	RGCA
RHa107F81-1/2	67.35	3.86 *	608	45.78	-2.5 **	-5.2
RHa107F81-80/1	67.18	3.69 **	5.81	47.43	-0.9 <sup>ns</sup>	-1.8
RHa107F81-22/2	57.69	-5.80 **	-9.13	51.70	3.4 **	7.1
RHa107F81-34/1	63.50	0.01 <sup>ns</sup>	0.02	50.12	-0.7 <sup>ns</sup>	-1.4
RHa107F81-127/2	67.02	3.53 *	5.56	49.23	0.9 <sup>ns</sup>	1.9
RHa107F81-161/2	58.23	-5.27 **	-8.30	48.00	-0.3 <sup>ns</sup>	-0.6
S.E. <sub>gi</sub>		1.34			0.47	
<b>Inbred</b>						
AHa107F81-30	60.77	-2.72 *	-4.28	48.40	0.1 <sup>ns</sup>	0.2
AHa107F81-180	65.89	2.40 <sup>ns</sup>	3.78	46.90	-1.4 **	-2.9
AHa107F81-240	62.88	-0.61 <sup>ns</sup>	-0.96	50.75	0.8 *	1.7
AHa107F81-248	64.43	0.94 <sup>ns</sup>	1.48	48.80	0.5 <sup>ns</sup>	1.0
S.E. <sub>gi</sub>		1.09			0.38	

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at 5% and 1% levels, respectively. /% ۵ و ۱

GCA: ترکیب پذیری عمومی، RGCA: ترکیب پذیری عمومی نسبی، S.E.<sub>gi</sub>: خطای استاندارد ترکیب پذیری عمومی

GCA: General Combining Ability, RGCA: Ratio General Combining Ability, S.E.<sub>gi</sub>: Standard Error of general combining ability

جدول ۵- ترکیب پذیری خصوصی لاین های بازگردان باروری واینبرد لاین های نر عقیم آفتابگردان

Table 4. Specific combining ability of restorers and CMS inbred lines of sunflower

Crosses (Inbred × Restorer)	صنکدر دانه Yield (kg/ha <sup>1</sup> )	تعداد روز تا غنچه دهی Days to budding	تعداد روز تا شروع گلدهی Days to initial flowering	تعداد روز تا گلدهی کامل Days to complete flowering	تعداد روز تا پایان گلدهی Days to end flowering	تعداد روز تا رسیده گی Days to maturity	ارتفاع بوته Height (cm)	قطر ساقه Diameter of head (cm)	وزن هزار دانه 1000 seeds weight (g)	درصد روغن دانه Seed oil content (%)
AHa107F81-30× RHa107F81-1/2	-88.07	-0.81	-0.14	-0.50	-0.42	-0.79	4.18	-0.23	0.32	1.66
AHa107F81-180× RHa107F81-1/2	71.44	0.02	-0.76	-0.07	-0.42	-0.80	-0.24	-0.44	-1.33	1.16
AHa107F81-240× RHa107F81-1/2	-200.02	0.08	0.86	0.54	1.02	0.10	1.43	0.26	-1.49	-0.59
AHa107F81-248× RHa107F81-1/2	216.16	0.69	0.08	-0.07	-0.15	1.51	-5.40	0.40	2.56	-0.54
AHa107F81-30× RHa107F81-80/1	-97.82	0.94	0.61	-0.08	0.41	1.55	2.57	-0.05	0.82	0.81
AHa107F81-180× RHa107F81-80/1	143.69	-0.89	-1.01	-0.99	-0.93	-0.46	0.85	-0.33	2.70	0.01
AHa107F81-240× RHa107F81-80/1	-24.77	1.50	1.27	0.95	0.52	-0.56	-0.38	0.09	-2.82	-0.44
AHa107F81-248× RHa107F81-80/1	-20.60	-1.56	-0.84	0.01	0.01	-0.45	-3.10	0.29	-0.60	1.31
AHa107F81-30× RHa107F81-22/2	47.27	0.19	-1.06	1.50	-0.43	-1.69	-0.32	1.12	2.51	-0.26
AHa107F81-180× RHa107F81-22/2	66.77	0.36	1.32	-0.08	0.24	0.40	-4.24	-0.68	-1.81	1.44
AHa107F81-240× RHa107F81-22/2	-265.69	-0.92	-0.73	-1.13	-0.32	1.90	-2.57	-0.10	1.54	-1.51
AHa107F81-248× RHa107F81-22/2	151.49	0.36	0.49	-0.41	0.51	-0.69	7.21	-0.35	-2.68	2.04
AHa107F81-30× RHa107F81-34/1	-339.15	1.44	1.27	0.09	0.74	-0.24	-6.45	-0.99	-6.36	-1.18
AHa107F81-180× RHa107F81-34/1	-308.65	0.94	-0.34	0.18	0.08	0.85	-0.46	1.31	-2.08	-0.38
AHa107F81-240× RHa107F81-34/1	109.91	-1.66	-0.39	-0.21	-0.15	-0.65	5.71	-0.32	2.83	-3.93
AHa107F81-248× RHa107F81-34/1	538.08	-0.72	-0.50	-0.15	-0.65	0.06	1.19	-0.02	5.61	-2.78
AHa107F81-30× RHa107F81-127/2	-21.90	-1.89	-0.40	-0.83	-0.43	0.56	-2.31	0-16	0.22	1.01
AHa107F81-180× RHa107F81-127/2	-272.4	0.28	0.65	0.93	1.24	0.62	-0.13	-0.19	-3.14	0.41
AHa107F81-240× RHa107F81-127/2	275.16	1.34	-0.73	-0.13	-0.32	-0.85	-6.17	-0.02	-1.03	0.06
AHa107F81-248× RHa107F81-127/2	19.33	0.28	0.49	-0.07	-0.49	-0.44	8.72	0.01	3.99	0.21
AHa107F81-30× RHa107F81-161/2	500.27	0.10	-0.23	-0.75	0.15	0.60	2.37	-0.03	2.55	0.34
AHa107F81-180× RHa107F81-161/2	298.77	-0.73	0.15	0.01	-0.18	-0.71	4.25	0.29	5.80	0.04
AHa107F81-240× RHa107F81-161/2	105.32	-0.34	-0.23	-0.05	-0.74	0.19	2.01	0.05	1.01	-1.11
AHa107F81-248× RHa107F81-161/2	-904.52	0.94	0.32	0.67	0.76	-0.10	-8.61	-0.33	-9.21	2.24
S.E.sij	324.55	0.81	0.69	0.86	0.57	1.22	5.04	0.58	2.67	0.93

S.E.sij: Specific combining ability

S.E.sij: خطای استاندارد ترکیب پذیری خصوصی

و ترکیب پذیری عمومی اینبردلاین ها تنها برای صفات تعداد روز تا غنچه دهی و تعداد روز تا پایان گل دهی معنی دار بود در حالی که ترکیب پذیری خصوصی تنها برای تعداد روز تا غنچه دهی معنی دار بود. به لحاظ طول دوره رویش، لاین بازگردان باروری RHa107F81-127/2 دارای بیشترین ترکیب پذیری منفی در بین لاین های بازگردان باروری و اینبرد لاین ها بود. در بین مواد آزمایشی بررسی شده لاین بازگردان باروری RHa107F81-127/2 با داشتن بیشترین ترکیب پذیری مثبت برای عملکرد دانه و بیشترین ترکیب پذیری منفی برای صفات طول دوره رویش و ارتفاع بوته می تواند در برنامه های اصلاحی مورد توجه قرار گیرد. اخیراً در بخش تحقیقات دانه های روغنی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر از این لاین بازگردان باروری در تلاقی با لاین های نرعیقیم جدید برای تولید دورگ های پرمحصول استفاده می شود. نتایج نشان داد که نقش اثر افزایشی در کنترل ژنتیکی صفات زراعی آفتابگردان بیشتر از اثر غالبیت است و برای اکثر صفات نقش والد پدری یا لاین های بازگردان باروری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این موضوع نشان می دهد که انتخاب بر اساس لاین های بازگردان باروری نسبت به لاین های نرعیقیم می تواند بیشتر مؤثر باشد. این نتایج با یافته های لورتی و گاتو (Laurti and Gatto, 2001) نیز مطابقت دارند.

اصلاحی را دارد. ترکیب پذیری عمومی لاین های بازگردان باروری و اینبرد لاین ها برای صفت قطر طبق معنی دار بود در حالی که ترکیب پذیری خصوصی برای این صفت معنی دار نبود. در بین لاین های بازگردان باروری RHa107F81-1/2 و از اینبرد لاین ها AHa107F81-30 دارای بیشترین ترکیب پذیری مثبت بودند در حالی که هیچ کدام از دورگ ها دارای ترکیب پذیری خصوصی قابل توجهی برای قطر طبق نبودند. برخی محققین مثل تیاگی (Tyagi, 1988) برای این صفت اثر افزایشی را گزارش دادند در حالی که اورتگون و همکاران (Ortegon *et al.*, 1992)، اثر غیرافزایشی و هیتی (Hity, 1992) اثر دوگانه افزایشی و غیرافزایشی را برای این صفت گزارش دادند. در مورد صفت وزن هزار دانه اثر توام ترکیب پذیری عمومی و خصوصی معنی دار بود که با نتایج فرخی (۲۰۰۳) مطابقت دارد، از این نظر لاین بازگردان باروری RHa107F81-1/2 و اینبردلاین AHa107F81-108 دارای بیشترین ترکیب پذیری عمومی و دورگ AHa107F81-248 × RHa107F81-34/1 دارای بیشترین ترکیب پذیری خصوصی بود. در مورد صفاتی که با فنولوژی گیاه در ارتباط هستند ترکیب پذیری لاین های بازگردان باروری به استثنای تعداد روز تا رسیدگی برای بقیه صفات اندازه گیری شده دارای اثر معنی دار بود

## References

- Aliari, H. 2000.** Oilseeds, Agronomy and Physiology. Amid Publication, Iran. 182pp.
- Arshi, Y., Arab, G. H., Soltani, A., Khiavi, M., Taie, A., RadDavaji, A. M., and Faghieh, M. J., Alisharifi, M. A., and Fallahtoosi, A. 1994.** Introduction of new hybrids of sunflower. Proceedings of the 3rd Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. Tabriz University. Page 204.
- Arshi, Y., and Jafari, H. 1990.** Study of Sunflower. A publication of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. 37pp.
- Bajaj, R.K., Aujla, K.K. and Chahal, G.S. 1997.** Combining ability studies in sunflower. (*Helianthus annuus* L.) Crop improvement. 34: 141-146.
- Comstock, R. E., and Robinson, H. F. 1948.** The components of genetic variances in biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. Biometrika 4: 495-516.
- Fallahtoosi, A. 1994.** Introduction of new sunflower hybrids. Proceedings of the 3rd Congress of Agronomy and Plant Breeding. Tabriz University. Page 194.
- Farrokhi, E. 2003.** General combining ability and gene effects of sunflower new restorer lines. Seed and Plant 18: 470-486 (in Farsi).
- Fehr, W.R. 1987.** Principales of Cultivar Development. Vol. 1. Mc Millan, New York. 525 pp.
- Fick, G.N. 1987.** Sunflower. pp 544-585. In: Rabbelen, G., Downey, R.K. and Ashri, A. D. (eds). Oilcrops of the World. McGraw Hill, U.S.A..
- Hallauer, A.R., and Miranda, J.B. 1988.** Quantitative Genetic in Maize Breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Hity, A. H. 1992.** Genetic analysis of agronomic characters in sunflower. Proceedings of the 13th. International Sunflower Conference, pisa, Italy. pp. 1118-1128.
- Kestloot, J. A., Heursel, A. J., and Oawales, F. M. 1985.** Estimation of heritability and genetic variation in sunflower. Helia 8: 17-20.
- Khan, A. 2001.** Yield performance, hritability and interrelationship in some quantitative traits in sunflower. Helia 24: 35-50.
- Laureti, D., and Gatto, A. D. 2001.** General and specific combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia. 24: 1-16.

- Mihaljevic, M. 1988.** Combining ability and heterosis in *Helianthus annuus* (wild). Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Sunflower Conference Noisad, Yugoslavia. pp.963-968.
- Miller, J. F. 1987.** Sunflower. pp. 621-688. In: Fehr, W.R. (ed.) Principles of Cultivar Development. Vol. 2. McMillan, New York, USA.
- Ortegon, M, Escabedo, A. A., and Villareal, L.Q. 1992.** Combining ability of sunflower lines and comparison among parent lines and hybrids. Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Sunflower Conference, Pisa, Italy. pp.1178-1193.
- Putt, E.D. 1966.** Heterosis, combining ability, and predicted synthetics from a diallel cross in sunflower. Canadian Journal of Plant Science 46: 50-67.
- Rajanna, M.P., Seethram, A., Virupakshappa, K. and Kamesh, S. 2001.** Heterosis in top-cross hybrids of diverse cytoplasmic source of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia 24: 25-34.
- Sanchez, D.G., Baldini, M., Charles, D. A., and Vannozzi, G. P. 1999.** Genetic variances and heritability of sunflower traits associated with drought tolerance. Helia 22: 23-34.
- Schneiter, A. A., and Miller, J. F. 1981.** Description of sunflower growth stage. Crop Science 21: 901-903.
- Sindagi, S.S., and Virupakshappa, K. 1990.** Sunflower. ICAR.
- Skoric, D.S, and Mohnar, I. 2000.** General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Sunflower Conference. Toulouse, France. pp. E23-E27.
- Sujatha, H.L., Chikkadevaiah, and Nandini, . 2002.** Genetic variability study in sunflower inbreds. Helia 25: 93-100.
- Tyagi, A.P. 1988.** Combining ability of yield component and maturity trait in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Sunflower Conference, Noisad, Yugoslavia. pp.489-493.
- Zhaocheng, X.L., Guizhi, D.W., and Ji, Q. 1987,** Applied the theory of relative heritability to calculate the heterosis of sunflower. Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Sunflower Conference. Noisad, Yugoslavia. pp.484-488.